

DẪM THÉP

§ 1. Đại cương về dầm và hệ dầm:

Dầm là kết cấu chịu uốn có bản bụng đặc, là kết cấu cơ bản trong kết cấu xây dựng. Được dùng làm sàn nhà dân dụng và công nghiệp, dầm cầu, kết cấu chịu lực của cửa van, dầm cầu chạy.

1.1. Các loại dầm:

1. Theo cấu tạo:

a. Dầm định hình:

I : được dùng trong uốn phẳng: dầm sàn, dầm cầu.

U: Tiết diện không đối xứng, được dùng trong uốn xiên như xà gồ, dầm sườn tường. Có 1 má phẳng nên dễ liên kết với kết cấu khác.



Hình 3.1: Dầm định hình

Đặc điểm: - Tiết kiệm công chế tạo.

- Liên kết đơn giản.

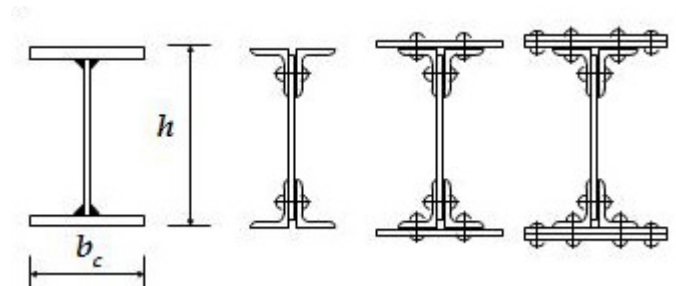
- Kích thước hạn chế.

- Tốn thép do δ_b lớn hơn yêu cầu thiết kế. Để khắc phục dùng dầm dập từ thép bản mỏng

b. Dầm tổ hợp :

Dầm tổ hợp hàn: gồm 3 bản thép ghép lại bằng đường hàn góc. Hai bản nằm ngang: hai cánh dầm; bản đặt đứng: bản bụng.

So với dầm định tán, ít tốn vật liệu và nhẹ hơn, chi phí cấu tạo ít hơn → được dùng phổ biến.



Hình 3.2: Dầm tổ hợp

Dầm tổ hợp định tán: Gồm một bản thép đặt đứng làm *bản bụng*; hai cánh dầm, mỗi cánh gồm hai thép góc chữ L và có thể thêm một hoặc hai bản thép nằm ngang gọi là *bản đáy*.

Vì phải khoét lỗ nên tốn công chế tạo và tốn vật liệu, nhưng chịu lực tốt. Được dùng khi dầm chịu tải trọng động và tải trọng lớn, như dầm cầu chạy, dầm cầu.

Đặc điểm: - Kích thước lớn.

- Tiết kiệm thép.

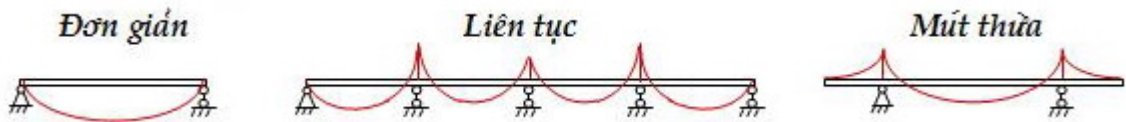
- Tốn công chế tạo.

c. Kết luận:

Nên dùng dầm định hình nếu về cấu tạo cho phép, và bảo đảm cường độ, độ cứng, ổn định.

Dùng dầm tổ hợp khi không thể dùng dầm hình như khi tải trọng lớn và nhịp dầm lớn

2.Theo sơ đồ kết cấu:



Hình 3.3: Phân loại dầm theo sơ đồ kết cấu.

Dầm đơn giản: tốn vật liệu, chế tạo và dựng lắp đơn giản, chịu lực chính xác, không ảnh hưởng do nhiệt, hay lún lệch. Được dùng nhiều trong xây dựng.

Dầm liên tục: Độ cứng lớn, tiết kiệm vật liệu, chế tạo và dựng lắp khó, nội lực thay đổi do nhiệt, hay lún lệch. Được dùng khi dầm cần độ cứng lớn.

Dầm mút thừa: tiết kiệm vật liệu.

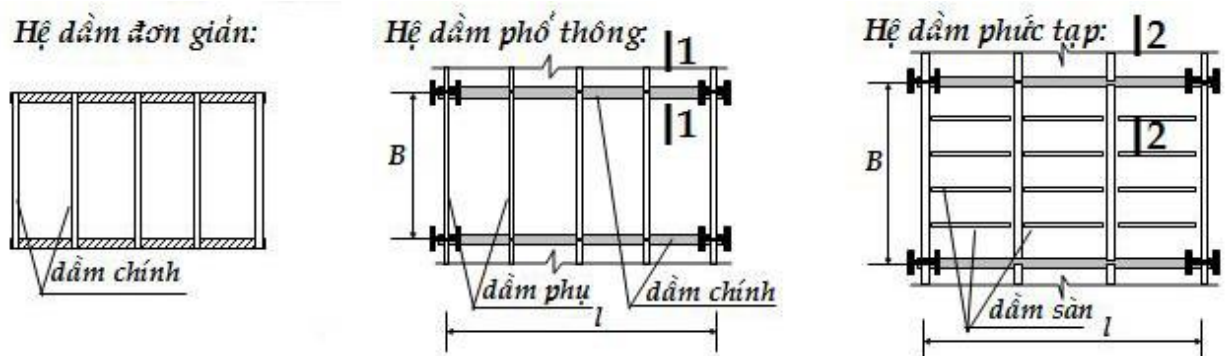
1.2.Hệ dầm:

1.Khái niệm:

Hệ dầm là kết cấu không gian gồm dầm chính, dầm phụ bố trí thẳng góc nhau. Dầm phụ trực tiếp đỡ bản mặt và truyền tải trọng lên dầm chính. Dầm chính đỡ dầm phụ và truyền tải trọng từ dầm phụ lên gối đỡ.

2.Phân loại:

Tùy theo cách sắp xếp dầm ta có 3 loại hệ dầm:



Hình 3.4: Các loại hệ dầm.

a.Hệ dầm đơn giản:

Gồm một hệ thống dầm đặt song song với cạnh ngắn đỡ sàn công tác. Dầm làm việc như bản kê hai cạnh → khả năng chịu lực kém → chỉ phù hợp với tải trọng nhỏ, chiều dài cạnh ngắn ô sàn không lớn.

b.Hệ dầm phổ thông:

Gồm hai loại dầm đặt vuông góc với nhau và song song với hai cạnh của sàn công tác. Các dầm đặt song song với cạnh ngắn của sàn, tựa lên cột hay kết cấu chịu lực khác: *dầm chính*. Các dầm đặt thẳng góc, tựa lên dầm chính và truyền tải trọng từ sàn lên dầm chính: *dầm phụ*.

- Khi tải trọng và kích thước của sàn không lớn ($q \leq 3000 \text{ daN/m}^2$; ô sàn $\leq 12 \times 36 \text{ m}$)
 → hệ dầm phổ thông hiệu quả kinh tế hơn các loại hệ dầm khác nhờ giảm lượng thép và dễ cấu tạo cầu kiện hơn.

c. Hệ dầm phức tạp:

Gồm ba loại dầm: Ngoài dầm chính, dầm phụ còn có dầm sàn đặt vuông góc và tựa lên dầm phụ.

- Hệ dầm này phức tạp và tốn công chế tạo → chỉ thích hợp khi tải trọng sàn công tác lớn ($q \geq 3000 \text{ daN/cm}^2$).

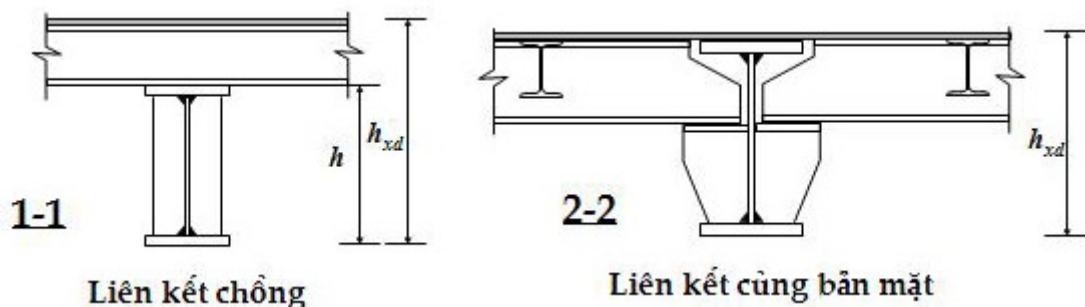
2. Các cách liên kết dầm:

Các dầm được liên kết với nhau theo 1 trong 3 cách:

a. Liên kết chồng:

Dầm nọ gác lên dầm kia.

- Đơn giản, dễ lắp ghép.
- Làm tăng chiều cao công trình.
- Độ cứng và khả năng chịu lực không cao, sàn làm việc như bản kê hai cạnh.



Hình 3.5: Các cách liên kết dầm.

b. Liên kết cùng bản mặt:

Bố trí sao cho cánh trên của các loại dầm có cùng độ cao.

- Giảm chiều cao xây dựng của hệ dầm, có thể tăng chiều cao dầm chính.
- Toàn hệ dầm có độ ổn định lớn.
- Sàn có độ cứng và khả năng chịu lực lớn nhờ làm việc như bản kê bốn cạnh.
- Cấu tạo phức tạp hơn liên kết chồng → dùng cho hệ dầm phổ thông.

c. Liên kết thấp:

Các dầm phụ đặt thấp hơn dầm chính, dầm sàn đặt bằng mặt với dầm chính.

Có ưu điểm như liên kết bằng mặt nhưng phức tạp hơn nhiều → chỉ dùng cho hệ dầm phức tạp.

1.3. Cấu tạo và tính toán bản sàn:

1. Xác định nhịp l và chiều dày bản sàn δ :

Yêu cầu: Trọng lượng sàn không lớn, cấu tạo không quá phức tạp mà vẫn đảm bảo khả năng chịu được tải trọng.

$$\frac{l}{\delta} = \frac{4.n_0}{15} \cdot \left(1 + \frac{72E_1}{n_0^4.q^{tc}} \right) \quad (3.1)$$

$n_0 = \left[\frac{f}{l} \right]$: độ võng giới hạn, theo quy phạm: sàn $n_0 = 150$; dầm phụ $n_0 = 250$.

$$E_1 = \frac{E}{1-\nu} \quad (3.2) \quad \text{Với: } \nu_{thép} = 0,3; E_{CT3} = 2.10^6 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow E_1 = 2,26 \cdot 10^6$$

Bề dày sàn δ được chọn theo tải trọng tiêu chuẩn $q^{tc} \rightarrow$ nhịp sàn l .

Tải trọng trên sàn q (kg/cm ²)	Chiều dày sàn δ (mm)
≤ 1000	6 ÷ 8
≤ 2000	8 ÷ 10
≤ 3000	10 ÷ 12
> 3000	12 ÷ 14

2. Kiểm tra:

Dưới tác dụng tải trọng, bản sàn chịu uốn và bị võng. Do đường hàn liên kết bản sàn và dầm ngăn cản biến dạng tự do và biến dạng xoay của bản tại các gối \rightarrow tại các gối tựa phát sinh lực kéo H và mômen âm M có tác dụng giảm mômen trong bản ở nhịp.

Khi tính toán để thiên về an toàn, bỏ qua ảnh hưởng của mômen âm M , chỉ xét ảnh hưởng của lực kéo H . Cắt một dải bản rộng 1cm, sơ đồ tính toán là một dầm hai gối tựa cố định chịu tải trọng phân bố đều q .

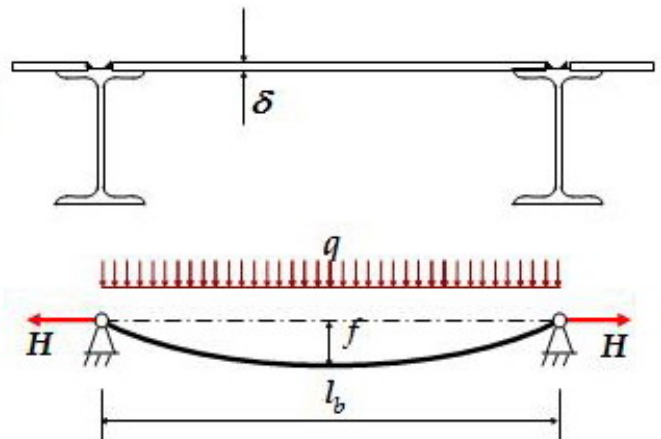
* Mômen uốn lớn nhất ở nhịp:

$$M_{max} = q \cdot \frac{l^2}{8} - H \cdot f \quad (3.2a)$$

$$\text{Hay: } M_{max} = M_0 \frac{1}{1+\alpha} \quad (3.2b)$$

Trong đó: $\alpha = \frac{H}{P_{th}}$ được xác định từ công thức:

$$\alpha \cdot (1+\alpha)^2 = 3 \cdot \left(\frac{f_0}{\delta} \right)^2 \quad (3.3)$$



Hình 3.6: Sơ đồ tính của bản sàn

Kiểm tra điều kiện biến dạng:

Độ võng của bản sàn do tải trọng tiêu chuẩn q^c và lực kéo H gây ra:

$$f = f_0 \cdot \frac{1}{1 + \alpha} \leq [f] \quad (3.4)$$

Trong đó: f_0 : độ võng dầm do tải trọng tiêu chuẩn q^c trên dầm

$$f_0 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^c \cdot l^4}{E_1 \cdot J} \quad (3.5)$$

Kiểm tra điều kiện độ bền:

Độ bền của bản sàn được kiểm tra theo công thức:

$$\sigma = \frac{H}{A} + \frac{M_{\max}}{W} \leq \gamma \cdot R \quad (3.6)$$

Trong đó: $H = \alpha \cdot P_{th} = \frac{\alpha \cdot \pi^2 E \cdot J}{l^2} \quad (3.7)$

A, W : Tiết diện và momen kháng uốn của tiết diện bản rộng 1cm.

3. Tính toán đường hàn liên kết bản sàn và dầm:

Đường hàn liên kết bản sàn và dầm chịu lực kéo H ở gối tựa:

$$h_h = \frac{H}{(\beta \cdot R_g^h) \cdot \gamma} \quad (3.8)$$

1.4. Các kích thước chính:

1. Nhịp dầm:

Nhịp dầm là khoảng cách giữa hai gối tựa (dầm, cột, tường...)

* Đối với dầm công xôn (1 đầu tựa lên kết cấu tựa, 1 đầu tự do) \rightarrow nhịp dầm là khoảng cách mép không tựa đến mép ngoài của kết cấu tựa

* Đối với dầm tựa cả hai đầu \rightarrow nhịp dầm là khoảng cách giữa 2 tâm gối tựa.

Nhịp dầm chính được xác định theo yêu cầu sử dụng.

Bước dầm chính nên chọn thế nào để có thể dùng thép hình làm dầm phụ.

Bước dầm phụ phụ thuộc nhịp của bản đã chế tạo sẵn.

2. Chiều cao dầm

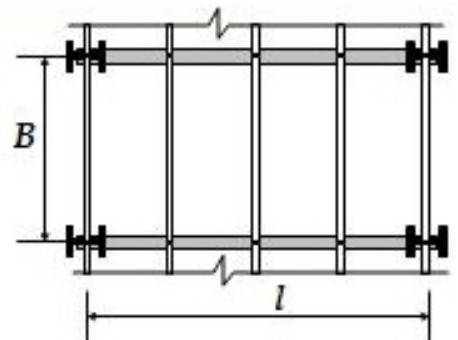
Dựa vào:
$$\begin{cases} h \approx h_{ln} \\ h_{min} \leq h \leq h_{max} \end{cases}$$

a. h_{ln} :

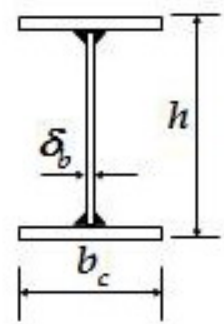
Thể tích 1 đơn vị dài của dầm:

$$V_d = V_c + V_b = 2 \cdot F_c \cdot 1 \cdot \psi_c + F_b \cdot 1 \cdot \psi_b \quad (3.9)$$

ψ_c, ψ_b : hệ số cấu tạo nhằm kể đến thể tích của cánh và bụng tăng so với lý thuyết do quá trình chế tạo.



Hình 3.7: Nhịp và bước của dầm



Hình 3.8: Kích thước dầm

Gần đúng xem cánh dầm chịu toàn bộ M và: $h_d \approx h_b$
 $\approx h_c$

$$\begin{aligned} N &\approx M/h \\ \Rightarrow F_c &= \frac{N}{R} = \frac{M}{h.R} \\ \Rightarrow F_b &= \delta_b \cdot h \\ \text{Nên: } V_d &= 2 \frac{M}{h.R} \cdot \Psi_c \cdot c + \delta_b \cdot h \cdot \Psi_b \end{aligned} \quad (3.10)$$

Với: $c < 1$: hs kể đến một phần M do bụng dầm chịu.
 Từ (3.10) có quan hệ giữa chiều cao dầm với trọng lượng dầm biểu thị trên hình 3.10.

$$\begin{aligned} V_d \text{ cực tiểu khi: } \frac{\delta V_d}{\delta h} &= 0 \\ \Rightarrow -2 \frac{M}{h^2 \cdot R} \cdot \Psi_c \cdot c + \delta_b \cdot \Psi_b &= 0 \end{aligned} \quad (3.11)$$

$$h_{ln} = \sqrt{\frac{2c \cdot \Psi_c \cdot M}{\Psi_b \cdot R \cdot \delta_b}} = k \sqrt{\frac{W_{yc}}{\delta_b}} \quad (3.12)$$

$$\text{Với: } k = \sqrt{\frac{2c \cdot \Psi_c}{\Psi_b}} : \text{Phụ thuộc hình thức cấu tạo dầm.}$$

Công thức kinh nghiệm:

$$h_{ln} = \sqrt[3]{220 W_{yc}} - 15 \text{ cm} \quad (3.13)$$

$$h_{ln} = (5,5 \div 6,5) \cdot \sqrt[3]{W_{yc}} \quad (3.14)$$

$$\text{Và: } \delta_b = 7 + \frac{3h}{1000} \text{ (mm)} \quad \text{Khi } h \leq 2000 \text{ mm}$$

Chú ý:

1- Khi tính toán h_{ln} của dầm, ta đã bỏ qua ảnh hưởng của δ_b đến V_d , nếu xét đến ảnh hưởng của độ mảnh bản bụng $\lambda_b = \frac{h_b}{\delta_b} \rightarrow h_{ln} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot \lambda_b \cdot W_{yc}}{2}}$.

2- Ta thấy: h_b lớn và δ_b mỏng $\rightarrow \lambda_b$ sẽ lớn \rightarrow Dầm nhẹ. Tuy nhiên, δ_b không được quá mỏng để thỏa điều kiện ổn định cục bộ bản bụng.

$$3- \text{Từ (3.11): } \Rightarrow \delta_b \cdot \Psi_b = 2 \cdot \frac{C \cdot M}{h_d \cdot R} \cdot \Psi_c \Leftrightarrow V_b = 2V_c$$

Có nghĩa: Khi thể tích dầm nhỏ nhất: thể tích bụng dầm = thể tích 2 cánh dầm.

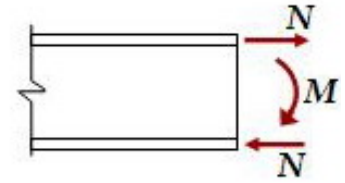
4- Qua hình 3.10: khi h_d lân cận giá trị h_{ln} , V_d thay đổi không lớn \rightarrow lấy $h_d \approx h_{ln}$ không quá 20% vẫn đảm bảo yêu cầu kinh tế.

b. h_{min} :

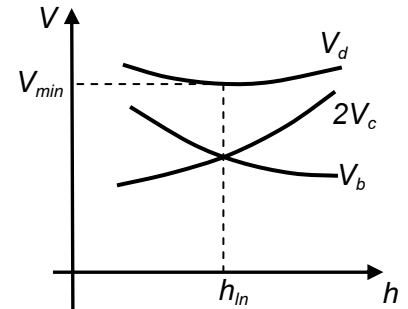
Xác định dựa vào điều kiện độ võng.

c. h_{max} :

Xác định dựa vào điều kiện xây dựng.



Hình 3.9: Xem cánh chịu toàn bộ M



Hình 3.10:

§2. Thiết kế dầm hình:

2.1. Chọn tiết diện:

Từ sơ đồ dầm: l , tải trọng, hình thức liên kết gối ta tính được: M_{\max} , Q_{\max} .

$$W_{yc} = \frac{M_{\max}}{\gamma R} \quad (3.15)$$

Nếu xét đến trạng thái dẻo:

$$W_{yc} = \frac{M_{\max}}{1,12 \gamma \cdot R} \quad (3.16)$$

Từ W_{yc} tra quy cách thép chọn số hiệu thép phù hợp

2.2. Kiểm tra tiết diện:

1. Cường độ:

a. Theo ứng suất pháp σ :

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq \gamma \cdot R \quad (3.17)$$

$$\text{Hay: } \sigma = \frac{M_{\max}}{1,12 \cdot W} \leq \gamma \cdot R \quad (3.18)$$

b. Theo ứng suất tiếp τ :

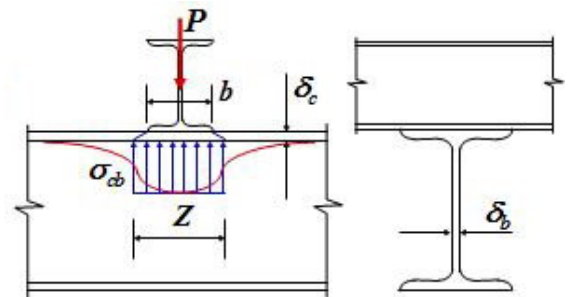
$$\tau = \frac{Q_{\max} \cdot S}{J \cdot \delta_b} \leq \gamma \cdot R_c \quad (3.19)$$

2. Ứng suất do tải trọng cục bộ:

Khi có tải trọng tập trung đặt trực tiếp lên dầm và dưới tải trọng đó không có sườn. Ứng suất cục bộ sinh ra trong bản bụng dầm:

$$\sigma_{cb} = \frac{P}{\delta_b \cdot Z} \leq \gamma \cdot R \quad (3.20)$$

Với: $Z = b + 2\delta_c$: chiều dài quy ước phân bố áp lực của tải trọng tập trung.



Hình 3.11: Ứng suất cục bộ do tải trọng tập trung

3. Độ võng:

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (3.21)$$

Với: $\frac{f}{l}$: Độ võng tương đối của dầm do tải trọng tiêu chuẩn.

$\left[\frac{f}{l} \right]$: Độ võng tương đối giới hạn cho phép quy định trong quy phạm.

4. Ổn định tổng thể:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq \gamma \cdot \varphi_d \cdot R \quad (3.22)$$

§ 3. Thiết kế dầm tổ hợp:

3.1. Chọn tiết diện:

Gần đúng xem: $h \approx h_d \approx h_b \approx h_c$

1. Dầm tổ hợp hàn:

a. Bản bụng:

$$\begin{cases} h \approx h_{ln} \\ h_{min} \leq h \leq h_{max} \end{cases}$$

δ_b chọn dựa vào h và chịu được lực cắt Q_{max}

$$\tau = \frac{Q_{max} \cdot S}{J \cdot \delta_b} \leq \gamma \cdot R_c \quad (3.23)$$

Coi bụng dầm chịu toàn bộ lực cắt thì:

$$S = \frac{F_b}{2} \cdot \frac{h}{4} = \frac{\delta_b \cdot h^2}{8}; \quad J = \frac{\delta_b \cdot h^3}{12}$$

$$\text{Nên: } \delta_b \geq \frac{3}{2} \cdot \frac{Q_{max}}{h \cdot \gamma \cdot R_c} \quad (3.24)$$

Để tránh ăn mòn và thuận tiện chế tạo:

$$8\text{mm} \leq \delta_b \leq 22\text{mm}$$

b. Bản cánh:

$$\text{Có: } J_c \approx 2F_c \cdot \left(\frac{h}{2}\right)^2$$

$$\text{Nên: } F_c \approx \frac{2J_c}{h^2} \quad (3.25)$$

$$\text{Với: } J_c = J_{yc} - J_b = \frac{M_{max}}{R} \cdot \frac{h}{2} - \frac{\delta_b \cdot h^3}{12}$$

$$\text{Vậy: } F_c = \frac{M_{max}}{R \cdot h} - \frac{\delta_b \cdot h}{6} \quad (3.26)$$

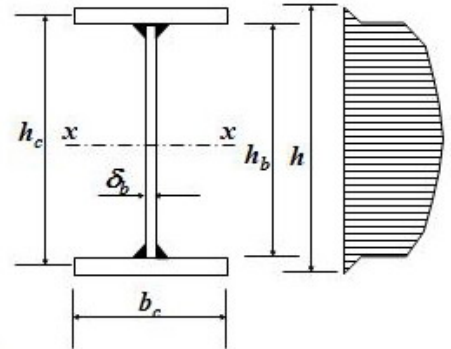
Từ đó chọn: $\delta_c \times b_c = F_c$ thỏa:

$$\begin{cases} \delta_c = 8 \div 40 \\ \delta_b < \delta_c \leq 3\delta_b : \text{Để ứng suất tại vùng liên kết cánh và bụng phân bố đều.} \\ b_c \leq 30\delta_c \sqrt{\frac{2100}{R}} : \text{Bảo đảm ổn định cục bộ.} \\ b_c \geq 180\text{mm} \\ \delta_c \geq \frac{h_d}{10} : \text{Bảo đảm ổn định tổng thể.} \end{cases}$$

2. Dầm tổ hợp định tán:

a. Bản bụng:

Chọn như dầm tổ hợp hàn.



Hình 3.12: Dầm tổ hợp hàn

b. Bản cánh:

Trình tự:

Chọn 4 thép góc thỏa yêu cầu:

$$\delta_g = \delta_b$$

$$b_g = (1/9 \div 1/12) h_d$$

$\Delta F_g \geq 30\% \Delta F_c$: Để lực truyền đều từ cánh đến bụng.

Thép đều cạnh, hoặc không đều cạnh ghép cạnh ngắn.

$$\text{Có: } J_g = 4(J_g^0 + F_g \cdot a_g^2) \quad (3.27)$$

Nếu:

$$J_g + J_b \geq J_{yc} = W_{yc} \cdot \frac{h}{2} = \frac{M_{\max}}{0,85R} \cdot \frac{h}{2} \quad : \text{Không cần bản dầy.}$$

$$J_g + J_b < J_{yc} \quad : \text{Tính thêm bản dầy.}$$

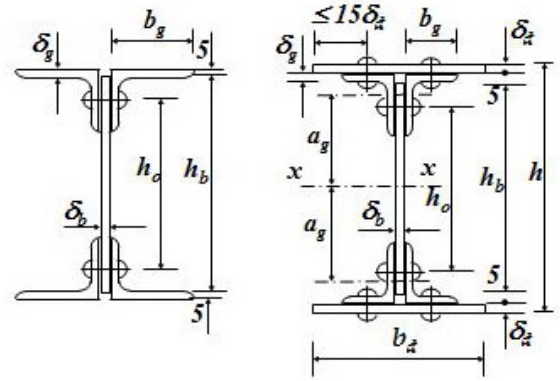
Moment quán tính của bản dầy:

$$J_d = J_{yc} - (J_b + J_g)$$

$$\text{Nên: } F_d \approx \frac{2J_d}{h^2}$$

Yêu cầu của bản dầy:

$$\left\{ \begin{array}{l} 180 \leq b_d \leq 600 \\ b_d = (1/2,5 \div 1/5) h_d \\ b_d \leq b_{d\max} \quad : \text{Theo điều kiện ổn định cục bộ như hình vẽ.} \\ \delta_d > 20\text{mm} \quad : \text{Chia làm 2 bản dầy.} \\ \text{Số bản dầy} \leq 3 \quad : \text{Để tránh dẻo của đỉnh.} \end{array} \right.$$



Hình 3.13: Dầm tổ hợp định tán

3.2. Kiểm tra tiết diện:

Từ tiết diện đã chọn ta có chính xác: $\delta_b, \delta_c, h_b, h_c, h, \dots$

1. Cường độ:

a. Dầm tổ hợp hàn:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq \gamma \cdot R \quad (3.28)$$

$$\tau = \frac{Q_{\max} \cdot S}{J_d \cdot \delta_b} \leq \gamma \cdot R_c \quad (3.29)$$

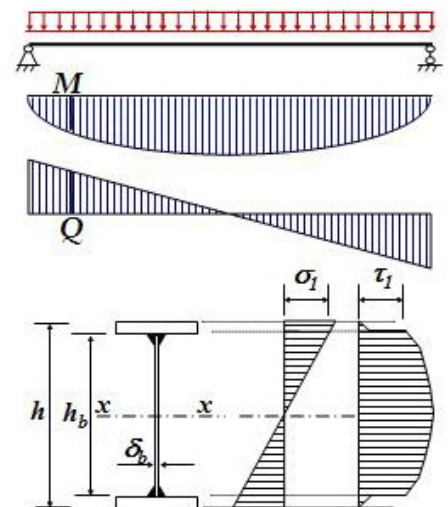
Với: $J_d = J_b + J_c$

$$S = F_c \cdot \frac{h_c}{2} + \frac{F_b}{2} \cdot \frac{h_b}{4}; W = \frac{2J_d}{h}$$

Tại vị trí có M và Q:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} \leq 1,15\gamma \cdot R \quad (3.30)$$

$$\text{Với: } \sigma_1 = \frac{M}{W} \cdot \frac{h_b}{h}; \quad \tau_1 = \frac{Q \cdot S_c}{J \cdot \delta_b}$$



Hình 3.14: Kiểm tra tại vị trí có M, Q

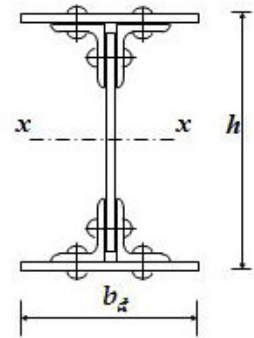
b. Dầm tổ hợp định tán:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_{th}} \leq \gamma \cdot R_c \quad (3.31)$$

$$\tau = \frac{Q_{\max} \cdot S}{J_d \cdot \delta_b} \leq \gamma \cdot R_c \quad (3.32)$$

Với: $W = \frac{2J_{th}}{h}$

$$J_{th} = J_{ng} - J_{l\bar{o}} ; \quad J_{l\bar{o}} = \sum F_{oi} \cdot y_i^2 + 0,15 J_b$$



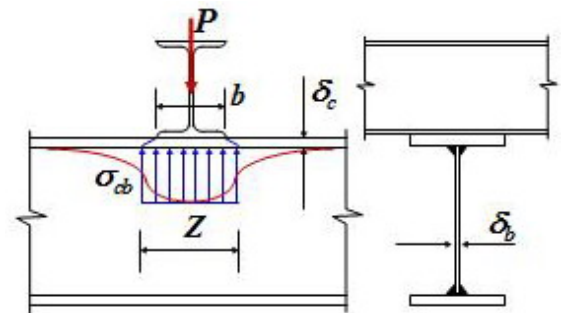
Hình 3.15: Dầm th định tán

2. Ứng suất do tải trọng cục bộ:

Khi có tải trọng tập trung đặt trực tiếp lên dầm và dưới tải trọng đó không có sườn. Ứng suất cục bộ sinh ra trong bản bụng dầm:

$$\sigma_{cb} = \frac{P}{\delta_b \cdot Z} \leq \gamma \cdot R \quad (3.33)$$

Với: $Z = b + 2h_1$: chiều dài quy ước phân bố áp lực của tải trọng tập trung.



Hình 3.16: Ứng suất cục bộ do tải trọng tập trung

3. Độ võng:

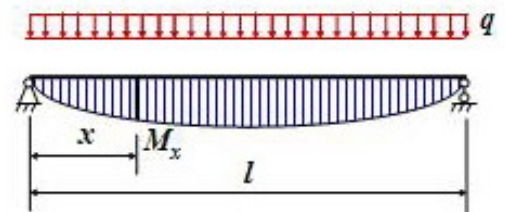
$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (3.34)$$

4. Ổn định tổng thể:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq \gamma \cdot \varphi_d \cdot R \quad (3.35)$$

3.3. Biến đổi tiết diện dầm:

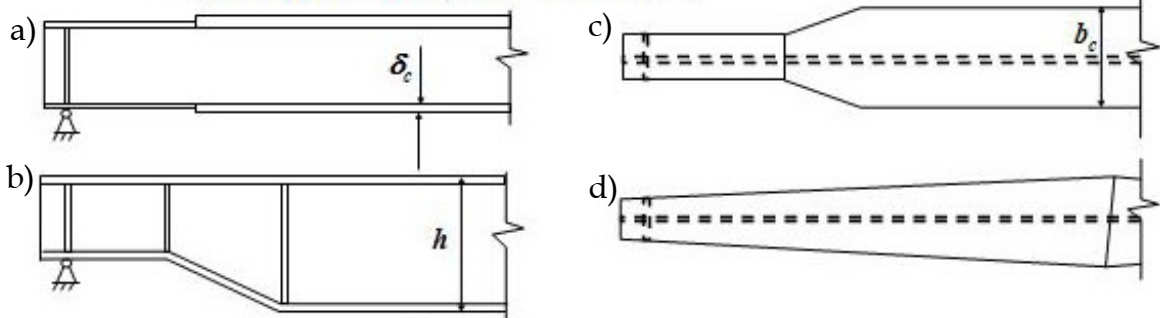
Theo chiều dài dầm, M thay đổi, để tiết kiệm kim loại cần thay đổi tiết diện dầm theo sự biến đổi của M. Nhưng khi biến đổi tiết diện thì công chế tạo tăng, nên chỉ cần thay đổi tiết diện dầm khi $L \geq 10m$.



Hình 3.17: Biến đổi tiết diện dầm

1. Dầm tổ hợp hàn:

a. Các cách thay đổi tiết diện:



Hình 3.18: Các cách thay đổi tiết diện dầm tổ hợp hàn

- Thay đổi bề dày bản cánh δ_c (a): Đơn giản, nhưng mặt trên của dầm không phẳng, khó liên kết với kết cấu bên trên.
- Thay đổi chiều cao tiết diện h (b): phức tạp \rightarrow dùng khi nhịp dầm lớn.
- Thay đổi đột ngột bề rộng cánh b_c (c): \rightarrow tiết kiệm 10÷ 12 % thép, đơn giản.
- Thay đổi từ từ bề rộng cánh b_c (d): \rightarrow tiết kiệm 20% thép.

b. Vị trí thay đổi tiết diện:

- Tải trọng phân bố đều:

Tiết diện cánh ở vị trí M_{\max} :

$$F_c = \frac{M_{\max}}{R.h} \frac{\delta_b.h}{6} \quad (3.36)$$

Tiết diện cánh ở vị trí bất đầu thay đổi:

$$F_c^x = \frac{M_x}{R.h} - \frac{\delta_b.h}{6} \quad (3.37)$$

Thể tích thép tiết kiệm:

$$\begin{aligned} V &= (F_c - F_c^x) \cdot \alpha l \\ &= \frac{\alpha l}{R.h} (M_{\max} - M_x) \end{aligned}$$

Với: $M_{\max} = \frac{q.l^2}{8}$

$$\begin{aligned} M_x &= \frac{q.l.x}{2} - \frac{q.x^2}{2} = \frac{ql^2}{2} \cdot \alpha(1-\alpha) \\ &= 4M_{\max} \cdot \alpha(1-\alpha) \end{aligned}$$

Nên: $V = \frac{\alpha.l}{Rh} M_{\max} (1 - 4\alpha + 4\alpha^2)$ (3.38)

Ta có: $V : \max$ Khi: $\frac{\delta V}{\delta \alpha} = 0$

Hay: $1 - 8\alpha + 12\alpha^2 = 0$ (3.39)

Nên: $\alpha_1 = 1/2$ Không hợp lý
 $\alpha_2 = 1/6$ Hợp lý (3.40)

- Với các loại tải trọng khác:



Hình 3.20: Vị trí thay đổi khi tải trọng tập trung

c. Tính b_1 :

Từ: $M_x \Rightarrow W_{yc}^x \Rightarrow J_{yc}^x$

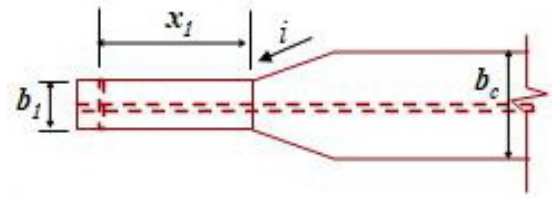
Từ: $J_{yc}^x, h, \delta_b, \delta_c \Rightarrow b_1$

d. Chú ý:

⊗ $b_1 \geq h/10$
 $\geq 180\text{mm}$

⊗ Vị trí $x=al$ là điểm cắt lý thuyết.
 Vì $R_h=0,85R$ nên điểm cắt thực tế $x_1 = 0,85al$. Hoặc tại vị trí đồ nhúng dùng đường hàn xiên.

⊗ Để tránh ứng suất tập trung phải vát với $i=1/5$.



Hình 3.21: Vị trí thay đổi bề rộng cánh

2. Dầm tổ hợp định tán:

Nếu cánh dầm tán gồm nhiều bản dẹt thì theo thứ tự ta cắt từng bản dẹt để biến đổi tiết diện dầm.

Với loại này ta có $W_1, W_2 \dots$ nên ta chỉ cần tìm điểm cắt lý thuyết $x_1, x_2 \dots$

a. Điểm cắt lý thuyết:

$$\text{Từ: } W_i \Rightarrow M_i = W_i \cdot R$$

$$\text{Có: } M_i = q \cdot l \cdot x_i / 2 - q \cdot x_i^2 / 2$$

$$\Rightarrow x_i^2 - l \cdot x_i + \frac{2W_i \cdot R}{q} = 0$$

$$\text{Nên: } x_i^2 = \frac{l}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - \frac{2W_i \cdot R}{q}} \quad (3.41)$$

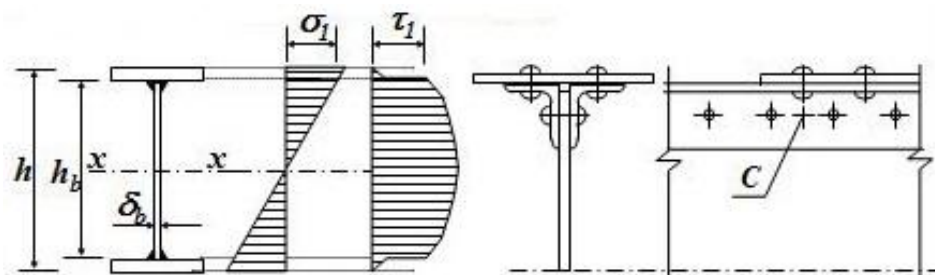
b. Điểm cắt thực tế:

Để bản dẹt làm việc được từ điểm cắt lý thuyết thì phải kéo bản dẹt về phía gối tựa một đoạn a đủ để tán 0,5 số đinh mà bản dẹt bị cắt chịu.

$$n = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_{bá}^i \cdot R}{[N]_{\min}^a} \quad (3.42)$$

3. Kiểm tra ứng suất tại điểm biến đổi tiết diện:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} \leq 1,15\gamma \cdot R \quad (3.43)$$



Hình 3.23: Điểm kiểm tra ứng suất.

Điểm kiểm tra ứng suất:

- Dầm hàn: ở biên bụng.
- Dầm tán: nằm trên trục hàng đinh đầu tiên và trên đường đinh liên kết thép góc cánh và bản bụng.

3.4. Tính liên kết giữa cánh và bụng dầm:

Liên kết để chống trượt giữa cánh và bụng dầm do lực cắt gây ra. Gọi τ là ứng suất trượt ở biên bụng dầm. Thì lực trượt trên 1 đơn vị dài:

$$\begin{aligned} T &= \tau \cdot 1 \cdot \delta_b \\ &= \frac{Q \cdot S_c}{J_d} \end{aligned} \quad (3.44)$$

1. Dầm tổ hợp hàn:

Lực T do 2 đường hàn góc dài 1 đơn vị ở 2 bên chịu:

$$2h_h \cdot 1 \cdot (\beta \cdot R_g)_{\min} \geq T \quad (3.45)$$

$$h_h \geq \frac{Q \cdot S_c}{2 \cdot J_d \cdot (\beta \cdot R_g)_{\min}} \quad (3.46)$$

Khi có lực tập cục bộ tác dụng lên cánh dầm mà tại đó không có sườn đứng thì đường hàn liên kết chịu thêm ứng suất cục bộ. Nên công thức tính chiều cao đường hàn:

$$h_h \geq \frac{\sqrt{\left(\frac{Q \cdot S_c}{J_d}\right)^2 + \left(\frac{P}{Z}\right)^2}}{2 \cdot (\beta \cdot R_g)_{\min}} \quad (3.47)$$

2. Dầm tổ hợp đinh tán:

Gọi a là bước đinh liên kết giữa thép góc cánh và bụng dầm, thì lực tác dụng lên 1 đinh sẽ là $T \cdot a$. Do đó ta có công thức:

$$a \leq \frac{[N]_{\min} \cdot J_d}{Q \cdot S_c} \quad (3.48)$$

Gọi a' là bước đinh liên kết giữa thép góc cánh và bản đáy:

$$a' \leq \frac{[N]_{\min} \cdot J_{ng}}{Q \cdot S_a} \quad (3.49)$$

Vì: $S_c = S_d + S_g > S_d \rightarrow a' > a$

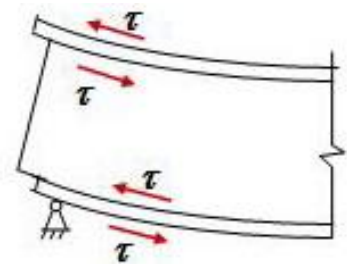
Chọn: $a' = a$: để dễ bố trí cấu tạo dầm.

Chú ý:

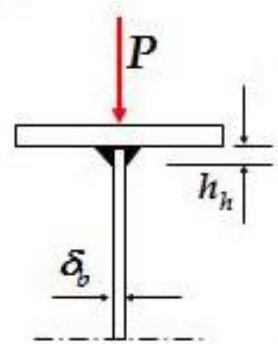
- Đối với dầm nhịp nhỏ, chịu Q bé: Tính bước đinh theo Q_{max} .

- Đối với dầm nhịp lớn: Tính bước đinh a với Q_{max} trên 3 m một.

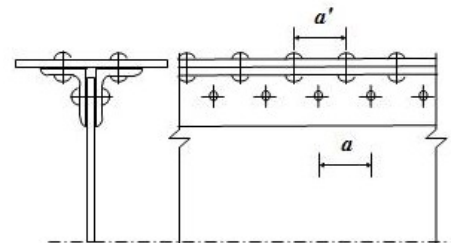
-Yêu cầu cấu tạo: $a \leq 12d$ và $a \leq 18 \delta_g$.



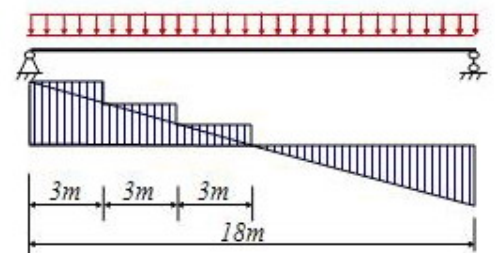
Hình 3.24: Hiện tượng trượt giữa cánh và bụng dầm



Hình 3.25: Đường hàn liên kết cánh và bụng dầm



Hình 3.26: Liên kết cánh và bụng dầm th đinh tán



Hình 3.27: Tính bước đinh dầm tổ hợp đinh tán

§4. Ổn định tổng thể của dầm thép:

4.1. Hiện tượng:

Dưới tác dụng tải trọng P , dầm bị uốn trong mặt phẳng tải trọng: dầm ổn định.

Tăng P đến lúc dầm vừa bị uốn vừa chịu xoắn và vênh ra khỏi mặt phẳng chịu lực:

→ Dầm mất ổn định tổng thể.

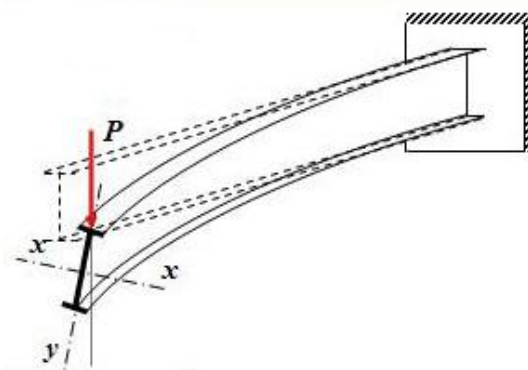
Lực làm cho dầm từ trạng thái ổn định sang trạng thái mất ổn định gọi là lực tới hạn: P_{th}

→ Điều kiện ổn định của dầm:

$$P \leq P_{th}$$

$$\Leftrightarrow M \leq M_{th}$$

$$\Leftrightarrow \sigma \leq \sigma_{th}$$



Hình 3.28: Mất ổn định tổng thể

4.2. Công thức kiểm tra ổn định tổng thể:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \leq \sigma_{th} = \gamma \cdot \varphi_d \cdot R \quad (3.50)$$

Trong đó: $W_x = W_{ng}$: Mômen chống uốn của tiết diện

$\gamma = 0,95$: Hệ số điều kiện làm việc

φ_d : Hệ số ổn định tổng thể

Với: $\varphi_d = \varphi_1$ Khi: $\varphi_1 \leq 0,85$
 $\varphi_d = 0,68 + 0,21 \cdot \varphi_1$ Khi: $\varphi_1 > 0,859$

$$\varphi_1 = \Psi \cdot \frac{J_y}{J_x} \cdot \left(\frac{h}{l_o} \right)^2 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{E}{R} \right) \quad (3.51)$$

Trong đó:

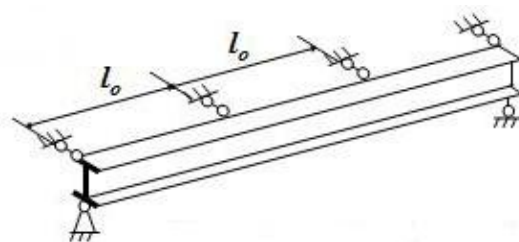
l_o : Khoảng cách 2 điểm cố kết không cho cánh cong vênh ra ngoài mặt phẳng của dầm.

Ψ phụ thuộc:

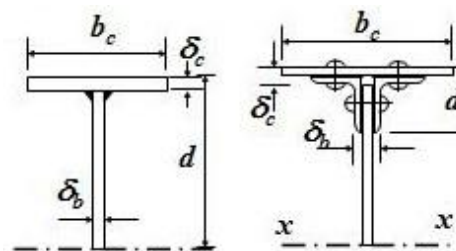
- Vị trí đặt tải.
- Dạng tải trọng.
- Liên kết dầm với gối tựa.
- Hệ số α :

$$\alpha = 1,54 \cdot \frac{J_{xn}}{J_y} \left(\frac{l_o}{h} \right)^2 \quad \text{: Đối với dầm định hình}$$

$$\alpha = 8 \cdot \left(\frac{l_o \cdot \delta_c}{b_c \cdot h_c} \right)^2 + \left(1 + \frac{d \cdot \delta_b^3}{b_c \cdot \delta_c^3} \right) \quad \text{: Đối với dầm tổ hợp.}$$



Hình 3.29: l_o



Hình 3.30:

4.3. Biện pháp tăng cường ổn định tổng thể:

Để tăng cường ổn định cho dầm (tăng hệ số ổn định φ_d) có 2 biện pháp:

- Tăng W_x , bằng cách tăng tiết diện cánh nén.
- Giảm l_o bằng cách bố trí hệ giằng hay thanh chống trong mặt phẳng cánh nén của dầm.

Các dầm không mất ổn định tổng thể:

Sàn thép hoặc BTCT liên kết chắc chắn, liên tục với cánh nén của dầm.

Dầm chữ I có: $l_o/b_c \leq 16$

Dầm có tỷ số l_o/b_c thỏa:

$$l_o/b_c \leq \delta [0,41 + 0,0032 \cdot b/\delta_c + (0,73 - 0,016 \cdot b/\delta_c) \cdot b/h_c] \sqrt{E/R} \quad (3.52)$$

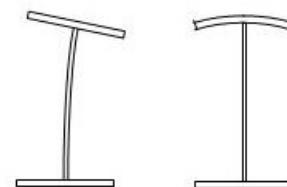
§ 5. Ổn định cục bộ:

5.1. Khái niệm:

Cánh và bụng dầm tổ hợp là những bản thép mỏng khi chịu ứng suất pháp σ , ứng suất tiếp τ , cánh hoặc bụng dầm có thể bị vênh từng vùng trước khi dầm mất ổn định tổng thể: Dầm mất ổn định cục bộ.

Phần dầm bị cong vênh không tham gia chịu lực được nữa \rightarrow Dầm mất tính đối xứng, tâm uốn thay đổi \rightarrow Khi đó, do phần dầm tham gia chịu lực bị thu hẹp \rightarrow phân bố lại ứng suất, phần tiết diện còn lại chịu lực lớn hơn \rightarrow dầm dễ bị mất ổn định tổng thể.

\rightarrow Mất ổn định cục bộ là một trong những nguyên nhân gây mất ổn định tổng thể.



Hình 3.31: Mất ổn định cục bộ

Biện pháp tăng cường ổn định cục bộ:

- $\delta \uparrow$: Tồn thép
- Gia cố sườn: phức tạp

Hợp lý đối với dầm tổ hợp:

- Chọn δ_c đủ ổn định cục bộ.
- Chọn δ_b mỏng rồi gia cường sườn.

5.2. Tính toán ổn định cục bộ:

Theo lý thuyết ổn định, tổng quát ứng suất tới hạn của bản tính theo công thức:

$$\sigma_o = \frac{c \cdot \pi^2 \cdot E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{\delta}{a} \right)^2 = k \cdot \left(\frac{\delta}{a} \right)^2 \quad (3.53)$$

Trong đó: δ : Chiều dày và rộng của bản.

1. Ổn định cục bộ cánh nén:

Cánh nén như bản chữ nhật tựa trên cạnh dài là bản bụng, chịu ứng suất nén đều tác dụng vuông góc cạnh dài bản.

Vì δ_b mỏng không đủ khả năng chống lại sự xoay của cánh khi biên tự do bản cánh mất ổn định vênh ra khỏi bản bụng \rightarrow liên kết giữa cánh và bụng coi là khớp.

Với quan niệm trên: $k = 0,25.E$

$$\rightarrow \sigma_o = 0,25.E \cdot \left(\frac{\delta_c}{b_o} \right)^2 \quad (3.54)$$

Để tận dụng vật liệu, cho $\sigma_o = R$ (để đảm bảo mất ổn định đồng thời với mặt bên)

$$\text{Điều kiện kiểm tra: } \frac{b_o}{\delta_o} \leq \left[\frac{b_o}{\delta_c} \right] = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{E}{R}} \quad (= 15,8 : CT3) \quad (3.55)$$

Quy phạm quy định: đối với thép CT3, cánh không mất ổn định cục bộ khi:

$$\frac{b_o}{\delta_c} \leq \left[\frac{b_o}{\delta_c} \right] = 15 \quad (3.56)$$

2. Ổn định cục bộ bản bụng:

Bản bụng có thể mất ổn định do tác dụng ứng suất pháp σ , ứng suất tiếp τ hoặc do cả ứng suất pháp σ và ứng suất tiếp τ .

a. Chịu ứng suất tiếp τ :

Tại những vùng có Q lớn (gần gối tựa), bản bụng có thể bị méo và phình ra ngoài mặt phẳng dầm thành sóng nghiêng $45^\circ \rightarrow$ mất ổn định do ứng suất tiếp τ . Khi không có sườn gia cường, không kể đến sự ngàm đàn hồi giữa bụng và cánh:

$$\tau_o = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_c}{\lambda_b^2} \tau_o \quad (3.57)$$

$$\text{Với: } \overline{\lambda_b} = \frac{h_o}{\delta_b} \cdot \sqrt{\frac{E}{R}} \quad (3.58)$$

Để tận dụng vật liệu, cho $\tau_o = R_c$ (mất ổn định ổn định cục bộ đồng thời với mặt khả năng chịu lực)

$$\rightarrow \text{Đối với dầm không chịu tải trọng động: } [\overline{\lambda_b}] = \sqrt{10,3} = 3,2$$

$$\text{Đối với dầm chịu tải trọng động: } [\overline{\lambda_b}] = 2,2$$

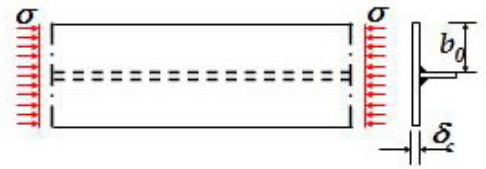
$$\rightarrow \text{Điều kiện kiểm tra: } \overline{\lambda_b} \leq [\overline{\lambda_b}]$$

Nếu không thỏa, phải gia cường bản bụng bằng các sườn đứng hai bên bụng dầm.

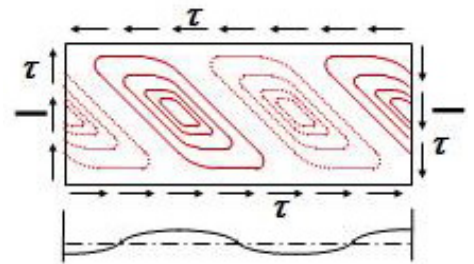
Cấu tạo sườn đứng:

- Chiều cao: $h_s = h_b$;

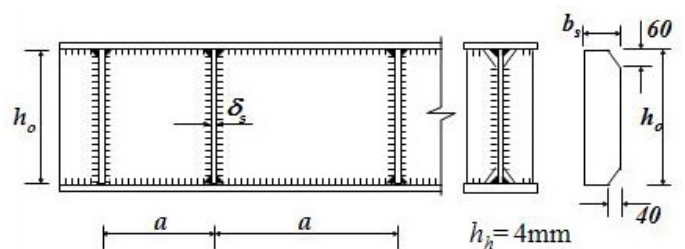
- Chiều dày: $\delta_s \geq 2.b_s \cdot \sqrt{\frac{R}{E}}$;



Hình 3.32: Mất ổn định cục bộ của cánh dầm



Hình 3.33: Mất ổn định cục bộ của bụng dầm do ứng suất tiếp



Hình 3.34: Gia cường sườn đứng cho bụng dầm

- Chiều rộng: $b_s \geq h_o/30 + 40mm$

- Khoảng cách giữa 2 sườn: $a \leq 2h_o$ khi: $\overline{\lambda_b} > 3,2$
 $a \leq 2,5h_o$ khi: $\overline{\lambda_b} \leq 3,2$

- Đường hàn liên kết sườn vào bụng dầm $h_h = 4mm$.

Sau khi bố trí sườn đứng với khoảng cách tối đa theo quy định $a = 2h_o \rightarrow \mu = 2$

Nên từ (3.57) $\rightarrow \tau_o = 12,26 \frac{R_c}{\lambda_b^2}$ (3.59)

Để tận dụng vật liệu, cho $\tau_o = R_c$

\rightarrow Đối với dầm không chịu tải trọng động: $[\overline{\lambda_b}] = 3,5$

Đối với dầm chịu tải trọng động: $[\overline{\lambda_b}] = 2,5$

b. Chiu ứng suất pháp σ :

Tại những vùng chịu M lớn, vùng nén của bản bụng dầm phình ra khỏi mặt phẳng uốn thành sóng vuông góc mặt phẳng uốn \rightarrow mất ổn định do ứng suất pháp σ .

$$\sigma_o = C_{kp} \frac{R}{\lambda_b^2} \quad (3.60)$$

Giá trị σ_o phụ thuộc vào sự phân bố ứng suất pháp trên tiết diện bản bụng và mức độ ngàm đàn hồi của bụng vào cánh dầm.

Coi mức độ ngàm đàn hồi của bụng vào cánh dầm nhỏ nhất: $C_{kp} = 30$

Và để tận dụng vật liệu, cho: $\sigma_o = R$

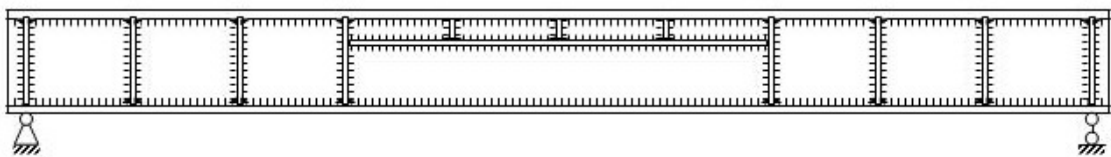
$\rightarrow [\overline{\lambda_b}] = 5,5$

\rightarrow Điều kiện kiểm tra: $\overline{\lambda_b} \leq [\overline{\lambda_b}] = 5,5$

$$\Leftrightarrow \frac{h_o}{\delta_b} \leq 5,5 \cdot \sqrt{\frac{E}{R}} \quad (3.61)$$

Nếu không thỏa, đặt sườn dọc cách biên bụng vùng nén của bản bụng đoạn t :

$$t = (0,2 \div 0,25)h_o \quad (3.62)$$



Hình 3.35: Sườn đứng và ngang trong dầm tổ hợp hàn

c. Chiu ứng suất pháp σ và ứng suất tiếp τ :

Tại vị trí vừa có M lớn vừa có Q lớn, cần kiểm tra ứng suất do ứng suất pháp và ứng suất tiếp cùng gây ra.

- Khi không có lực tập trung tác dụng cục bộ trên cánh nén của dầm và $3,5 < \lambda_b < 6$

Công thức kiểm tra:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_o}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_o}\right)^2} \leq 1 \quad (3.63)$$

Với: $\sigma = \frac{M}{W} \cdot \frac{h_o}{h_d} \leq \sigma_o$

$$\tau = \frac{Q}{h_b \cdot \delta_b} \leq \tau_o$$

Trong đó:

σ_o tính theo (3.57) và τ_o tính theo (3.60)

M, Q: Giá trị ứng suất lấy ở tiết diện 0-0:

- Khi không có lực tập trung tác dụng cục bộ trên cánh nén và $2,5 < \lambda_b < 6$

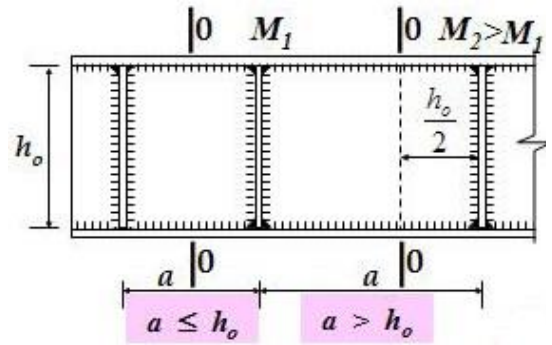
Công thức kiểm tra:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_o} + \frac{\sigma_{cb}}{\sigma_{eo}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_o}\right)^2} \leq 1 \quad (3.64)$$

Với: σ, τ, τ_o : Xác định như phần trên.

σ_o, σ_{eo} : Xác định tùy thuộc tỷ số a/h_o .

$$\sigma_{cb} = \frac{P}{\delta_b \cdot Z} \quad (3.65)$$



Hình 3.36: Tiết diện kiểm tra ổn định cục bộ

§ 6. Nối dầm:

6.1. Nguyên nhân:

- Dầm định hình không đủ dài, phải nối dầm tại nhà máy (mỗi nối công xưởng).
- Dầm có chiều dài, trọng lượng vượt quá giới hạn cho phép của phương tiện vận chuyển → Phải dùng mối nối lắp ghép (mỗi nối công trường).

6.2. Nối dầm định hình:

Dùng liên kết hàn theo 1 trong 3 cách sau:

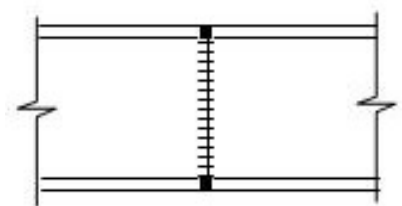
1. Nối đối đầu:

Vì: $R_k^h \approx 0,85 R_k$

Chỉ dùng để nối dầm ở những vị trí tiết diện có:

$$M \leq 0,85 M_{max}$$

Để giảm ứng suất hàn và biến hình hàn → Hàn theo thứ tự nối bụng trước, cánh sau.



Hình 3.37: Nối đối đầu dầm định hình

2. Nối hỗn hợp:

Dùng để nối dầm khi vị trí nối ở tiết diện có $M \geq 0,85 M_{max}$. Có 2 cách:

a. Hàn đối đầu và ghép cánh:

Đường hàn đối đầu nối cánh, nối bụng cùng bản ghép cánh chịu toàn bộ mômen tại tiết diện nối. Khả năng chịu lực của mối nối:

$$M = W \cdot R_k^h + N_g \cdot h_g \quad (3.66)$$

$$\rightarrow N_g = \frac{M - W_k^h}{h_g} \quad (3.67)$$

$$\rightarrow F_g \geq \frac{N_g}{\gamma \cdot R} \quad (3.68)$$

$$h_g = h + (12 \div 20) \text{ mm}$$

$$\text{và: } b_g = b - (16 \div 20) \text{ mm}$$

$$\rightarrow \delta_g \text{ Chọn } \geq 4 \text{ mm.}$$

Chiều dài đường hàn liên kết 1/2 bản ghép với cánh dầm chịu lực N_g :

Chọn trước $h_h = \delta_g$

$$\rightarrow \sum l_h = \frac{N_{bn}}{\gamma \cdot (\beta \cdot R_g)_{\min} \cdot h_h} \quad (3.69)$$

Chú ý: Để giảm ứng suất hàn và biến hình hàn, mỗi bên mỗi nối (kể từ trục mỗi hàn) để lại 25mm không hàn bản nối với cánh dầm.

Cấu tạo mỗi nối phải gia công mỗi nối khá phức tạp

b. Dùng đường hàn góc, ghép cánh và ốp bụng :

Phương pháp này có ứng suất tập trung lớn ở mỗi nối.

Để an toán, xem toàn bộ mômen M ở tiết diện nối dầm do bản ghép cánh chịu. Lực cắt Q do đường hàn góc liên kết bản ốp bụng và bụng chịu.

Bản ghép cánh chịu: N_g do M gây ra:

$$N_g = \frac{M}{h_g} \quad (3.70) \rightarrow F_g \geq \frac{N_g}{\gamma \cdot R} \quad (3.71)$$

Đường hàn góc liên kết bản nối bụng và bụng dầm chịu lực cắt Q :

$$\text{Chọn } b_o^b = 100 \div 150 \text{ mm}$$

$$\text{Kiểm tra: } \tau_h = \frac{Q}{2 \cdot \beta_h \cdot h_h \cdot l_h} \leq \beta \cdot R_g^h \cdot \gamma \quad (3.72)$$

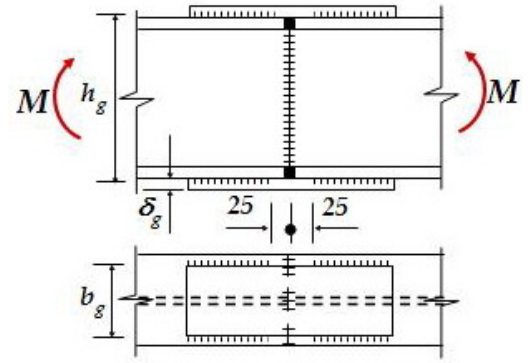
$$\text{Chú ý: } F_g + F_o \geq F_d \quad (3.73)$$

6.3. Nối dầm tổ hợp hàn:

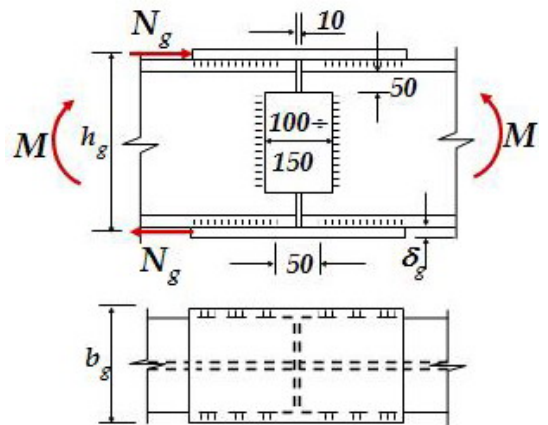
1. Mỗi nối công xưởng:

Khi dầm không đủ chiều dài \rightarrow thực hiện tại công xưởng. Dùng liên kết đối đầu nối bụng và nối cánh dầm, vị trí mỗi nối cánh và nối bụng được bố trí so le.

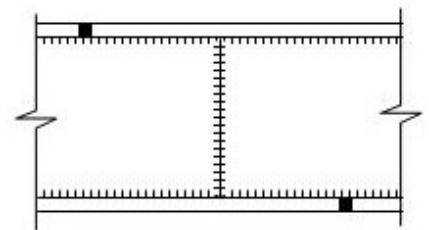
Đối với cánh kéo nên bố trí nên bố trí ở vị trí có: $\sigma \leq R_k^h$



Hình 3.38: Nối đối đầu và ghép cánh dầm định hình



Hình 3.39: Ghép cánh và ốp bụng dầm định hình



Hình 3.40: Nối công xưởng dầm tổ hợp hàn

2. Mối nối công trường (lắp ghép):

Thực hiện tại công trường để nối các đoạn dầm đã được chia ra để thuận tiện vận chuyển và cầu lắp.

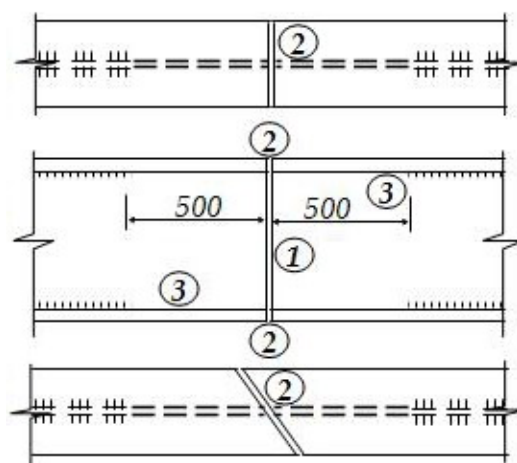
Các mối nối được thực hiện trên cùng một tiết diện để thuận tiện cho việc vận chuyển cầu lắp và khuếch đại dầm nếu không, các phần nhô ra của cánh hoặc bụng sẽ bị vướng hoặc cong vênh.

a. Dùng đường hàn đối đầu

Dùng đường hàn đối đầu thẳng góc cho liên kết ở cánh nén, đường hàn đối đầu xiên góc 60° để tăng khả năng chịu lực cho cánh chịu kéo khi vị trí mối nối có $\sigma \geq R_k^h$.

Để giảm ứng suất hàn và biến hình hàn các đường hàn góc liên kết cánh và bụng dầm mỗi bên mối nối để lại 500mm sẽ hàn khi lắp ghép.

Trình tự hàn lắp ghép như sau: Đường hàn nối bụng dầm (1) → Đường hàn nối cánh dầm (2) → Các đoạn đường hàn 500mm nối cánh và bụng (3).



Hình 3.41: Nối đối đầu công xưởng dầm tổ hợp hàn

b. Dùng bulông cường độ cao:

Cấu tạo:

Mối nối cánh: Dùng 3 bản ghép (2 trong, 1 ngoài).

Mối nối bụng: Dùng 2 bản ốp 2 bên có bề dày $\delta = \delta_b$.

Yêu cầu:

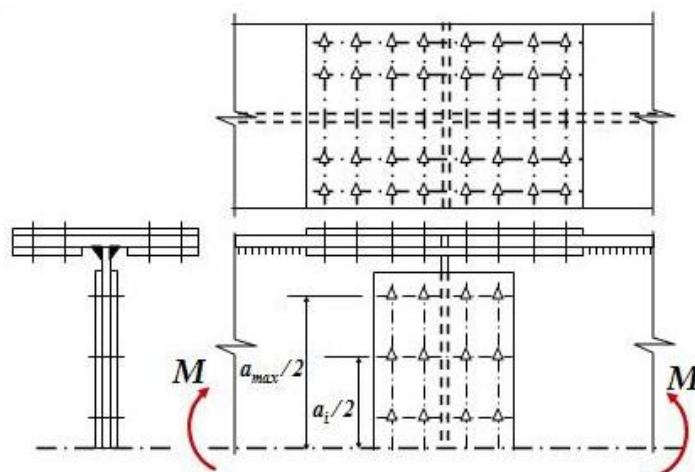
- Tổng diện tích tiết diện các bản nối ở một vị trí nối (cánh hoặc bụng) \geq Diện tích tiết diện bộ phận được nối (cánh hoặc bụng).

- Liên kết bản bụng bằng 2 hàng bulông thẳng đứng cho mỗi nửa bản ốp.

Tính toán:

Mômen uốn tác dụng lên mối nối phân cho mỗi nối cánh và bụng tỉ lệ thuận với độ cứng của cánh và bụng.

$$\text{Mômen do mỗi nối cánh chịu: } M_c = \frac{J_c}{J_d} \cdot M \quad (3.74)$$



Hình 3.42: Nối dầm tổ hợp hàn bằng bulon cường độ cao

$$\text{Mômen do mỗi nối bụng chịu: } M_b = \frac{J_b}{J_d} \cdot M \quad (3.75)$$

Lực cắt Q do mỗi nối bụng chịu và xem như phân bố đều cho các bulông.

*** Mối nối cánh dầm:**

Số lượng bulông ở mỗi phía mỗi nối:

$$n_c = \frac{N_c}{[N]_{BLC}} \quad (3.76)$$

$$\text{Với: } N_c = \frac{M_c}{h_{bn}} \quad (3.77)$$

h_{bn} : Khoảng cách trọng tâm tiết diện các bản nối cánh dầm

*** Mối nối bụng dầm:**

Chọn đường kính bulon d và số lượng bulông n_b ở 1 phía mỗi nối bụng dầm, với bước bulông theo phương bề rộng bản nối bụng lấy theo $a_{\min} = 2,5d$ để giảm kích thước và trọng lượng bản nối.

Tại tiết diện chỉ có M. Kiểm tra:

$$N_{\max} \leq [N]_{blc} \quad (3.78)$$

Tại tiết diện có M, Q. Kiểm tra:

$$\sqrt{N_{\max}^2 + V^2} \leq [N]_{blc} \quad (3.79)$$

Với: N_{\max} : Nội lực theo phương ngang trong mỗi bulông hàng ngoài cùng do M_b gây ra:

$$N_{\max} = \frac{M_b \cdot a_{\max}}{m \cdot \sum a_i^2} \quad (3.80)$$

m : Số bulông ở mỗi phía mỗi nối theo phương bề rộng bản nối.

V : Lực cắt do 1 bulông chịu khi coi lực cắt phân đều cho các bulông:

$$V = \frac{Q}{n} \quad (3.81)$$

$[N]_{BLC}$: Khả năng chịu lực của 1 bulông cường độ cao.

§7. Gối dầm:

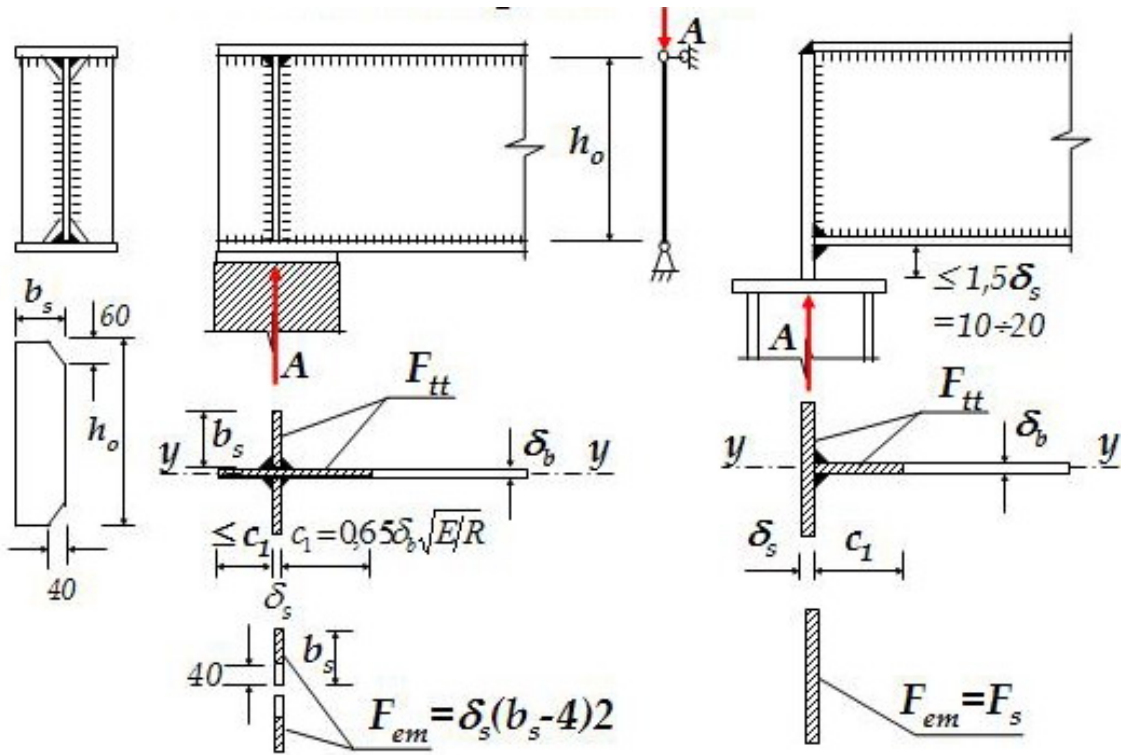
7.1. Cấu tạo và tính toán dầm ở gối tựa:

Dầm thường được gối lên dầm chính hay cột, tường. Hình thức liên kết có thể là gối chông hay gối cạnh. Điều kiện liên kết có thể là ngàm hay khớp.

1. Dầm gối lên cột thép liên kết khớp:

- Cấu tạo:

Vì gối tựa dầm chịu phản lực gối lớn nên đế bụng dầm chịu được và truyền lại cho gối tựa → Cần gia cường bằng các sườn gối đặt ở đầu dầm hoặc gần đầu dầm sao cho phản lực truyền đúng trọng tâm gối tựa. Đầu dưới bìa nhẵn đặt sát cánh dưới dầm (a) hoặc nhô ra khỏi cánh dưới dầm một đoạn $a \leq 1,5\delta_s$ thường chọn $a = 10 \div 20\text{mm}$ (b).



Hình 3.43: Gối dầm

- **Tính toán:** Tính theo 2 điều kiện:

* **Điều kiện ép mặt:**
$$\sigma_{em} = \frac{A}{F_s} \leq \gamma \cdot R_{em} \quad (3.82)$$

$$\rightarrow F_s \geq \frac{A}{\gamma \cdot R_{em}} \quad (3.83)$$

$$\rightarrow \text{Chọn: } b_s \geq h/30 + 40\text{mm} \quad \text{và} \quad \delta_s \geq b_s/15.$$

Trong đó: A: Phản lực gối.

R_{em} : Cường độ ép mặt của thép.

* **Điều kiện ổn định:**

Coi phần dầm ở gối tựa như thanh quy ước có tiết diện là phần gạch chéo gồm tiết diện sườn gối F_s và một phần bụng dầm F_{bqu} . Thanh có chiều dài bằng chiều cao bản bụng dầm $l_o = h_b$ hai đầu khớp chịu lực nén đúng tâm là phản lực gối tựa A.

$$F_{qu} = F_s + F_{bqu}$$

Công thức kiểm tra:
$$\sigma = \frac{A}{\varphi \cdot F_{qu}} \leq \gamma \cdot R \quad (3.84)$$

Trong đó: $\varphi = f(\lambda) \quad \lambda = l_o / r_y$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_{qu}^y}{F_{qu}}} \quad (3.85)$$

Với: J_{qu}^y : moment quán tính của thanh quy ước đối với trục y-y

Đường hàn liên kết sườn và bụng dầm tính chịu phản lực gối tựa A.

2. Dầm gối lên cột gạch-BTCT liên kết khớp:

- **Cấu tạo:** Vì độ bền chịu ép mặt của gạch đá, BTCT nhỏ hơn thép nên để áp lực trên đầu cột phân bố đều và không vượt quá cường độ chịu nén của vật liệu cột \rightarrow

Đặt một bản gối bằng thép dày có diện tích lớn hơn phần tiếp xúc của dầm với cột để mở rộng phạm vi truyền lực từ dầm lên gối tựa.

-*Tính toán:* Diện tích bản gối xác định từ điều kiện vật liệu cột chịu được lực cục bộ do phản lực gối A gây nên:

$$F_{bg} = a_{bg} \cdot b_{bg} = A / R_{cb} \quad (3.86)$$

Với: R_{cb} : Cường độ tính toán chịu ép mặt cục bộ của gối tựa.

Chiều dày bản gối xác định từ điều kiện tiết diện nguy hiểm nhất chịu được mômen do phản lực gối A gây nên:

$$\delta \geq \sqrt{6.W} = \sqrt{6.M / R} \quad (3.87)$$

Trong đó: $M = q \cdot c^2 / 2 \quad (3.88)$

$$q = A / a_{bg} \cdot b_{bg} \quad (3.89)$$

$$W = 1 \cdot \delta^2 / 6 \quad (3.90)$$